

Lenhard, Alexandra; Lenhard, Wolfgang

Computerbasierte Intelligenzförderung mit den "Denkspielen mit Elfe und Mathis". Vorstellung und Evaluation eines Computerprogramms für Vor- und Grundschüler

Empirische Sonderpädagogik 3 (2011) 2, S. 105-120



Quellenangabe/ Reference:

Lenhard, Alexandra; Lenhard, Wolfgang: Computerbasierte Intelligenzförderung mit den "Denkspielen mit Elfe und Mathis". Vorstellung und Evaluation eines Computerprogramms für Vor- und Grundschüler - In: Empirische Sonderpädagogik 3 (2011) 2, S. 105-120 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-93192 - DOI: 10.25656/01:9319

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-93192>

<https://doi.org/10.25656/01:9319>

in Kooperation mit / in cooperation with:

Pabst Science Publishers <https://www.psychologie-aktuell.com/journale/empirische-sonderpaedagogik.html>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

EMPIRISCHE SONDERPÄDAGOGIK

ISSN 1869-4845

3. Jahrgang 2011 | Heft 2



*Manfred Hintermair, Andrea Schenk,
Klaus Sarimski*

Exekutive Funktionen, kommunikative Kompetenz und Verhaltensauffälligkeiten bei hörgeschädigten Kindern.

Eine explorative Studie mit Schülern einer schulischen Einrichtung für Hörgeschädigte

Alexandra Lenhard, Wolfgang Lenhard

Computerbasierte Intelligenzförderung mit den "Denkspielen mit Elfe und Mathis" – Vorstellung und Evaluation eines Computerprogramms für Vor- und Grundschüler

Kirsten Diehl, Bodo Hartke

Zur Reliabilität und Validität des formativen Bewertungssystems IEL-1: Inventar zur Erfassung der Lesekompetenz von Erstklässlern

Michael Grosche

Effekte einer direkt-instruktiven Förderung der Lesegenauigkeit

Kirsten Endrikat

Wie integriert sind Schülerinnen und Schüler mit und ohne Schulabschluss?
Soziale Desintegrationsbelastungen und deren mögliche Folgen



PABST SCIENCE PUBLISHERS

Empirische Sonderpädagogik, 2011, Nr. 2, S. 105-120

Computerbasierte Intelligenzförderung mit den „Denkspielen mit Elfe und Mathis“ – Vorstellung und Evaluation eines Computerprogramms für Vor- und Grundschüler

Alexandra Lenhard¹, Wolfgang Lenhard²

¹*Psychometrica – Institut für psychologische Diagnostik, Dettelbach;*

²*Julius-Maximilians-Universität, Würzburg*

Unter induktivem Denken versteht man das Erkennen von Regelmäßigkeiten. Es stellt einen wichtigen Aspekt der allgemeinen Intelligenz dar. Die *Denkspiele mit Elfe und Mathis* sind ein Computerprogramm zur Förderung des induktiven Denkens von Vor- und Grundschulkindern. Zur Überprüfung der Wirksamkeit durchliefen 12 Förderschüler der zweiten Klassenstufe dieses Programm, während 18 Kinder einer Kontrollgruppe in der gleichen Zeit Unterricht nach Wochenplan erhielten. Kinder der Experimentalgruppe verbesserten sich durch die Förderung signifikant stärker in der fluiden Intelligenz als Kinder der Kontrollgruppe. Die besten Fördereffekte zeigten dabei Kinder, die vor dem Förderzeitraum besonders niedrige Werte in der fluiden Intelligenz aufwiesen. Hinsichtlich der Auswirkung auf sprachliche Intelligenzleistungen konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden.

Schlüsselwörter: fluide Intelligenz, Vorschule, Grundschule, computerbasiertes Training

Computer Based Intelligence Training with „Denkspiele mit Elfe und Mathis [Thinking Games with Elfe und Mathis]“ – Presentation and Evaluation of a Computer Program for Preschool and Elementary School

Inductive reasoning is a process in which regularities are detected. It constitutes a vital part of our general intelligence. "Thinking Games with Elfe und Mathis" is the name of a computer program that is aimed at enhancing inductive reasoning skills in pre- and elementary school children. To test its efficacy, 12 second graders from a special school for students with severe learning difficulties were trained with this software, while 18 comparable subjects of a control group received instruction according to an educational concept called "weekly plans". After the intervention, the children in the experimental group outperformed the children in the control group in their fluid intellectual ability. The greatest improvements were achieved by those subjects, who showed a comparatively low fluid intelligence level before the training. However, the two groups showed no differences in their verbal intelligence after the intervention.

Key words: fluid intelligence, preschool, elementary school, computer based training

Die allgemeine Intelligenz ist das am intensivsten untersuchte Persönlichkeitsmerkmal der Psychologie (vgl. Rost, 2009). Sie stellt nicht nur den besten Prädiktor für schulische (z. B. Fraser, Walberg, Welch & Hattie, 1987; Helmke & Weinert, 1997; Leeson, Ciarrochi & Heaven, 2008; Lubinski, 2004; F.M. Spinath, B. Spinath & Plomin, 2008, vgl. Rost, 2009), akademische (z. B. Lubinski, 2004) und berufliche (z. B. Barrett & Depinet, 1991; vgl. Rost, 2009) Leistungen dar. Vielmehr beeinflusst sie weite Bereiche des Lebens, wie z. B. den sozioökonomischen Status, die Delinquenz, die Partnerwahl, die Gesundheitsfürsorge, die Lebensqualität und die psychische Entwicklung (für ausführliche Übersichten siehe Lubinski, 2004, und Rost, 2009). So kommt z. B. Meehl (1993, zitiert nach Lubinski, 2004) zu der Schlussfolgerung "We tend to think of general intelligence as if it only operated in educational and vocational contexts, yet it saturates almost everything we do."

Obwohl die allgemeine Intelligenz als psychometrisches Konstrukt gut zu fassen ist (Gottfredson, 1997), erscheint es schwierig, eine prägnante verbale Beschreibung dafür zu finden. Allerdings nimmt sowohl bei Laien als auch bei Experten das logische Schlussfolgern einen wichtigen Platz innerhalb der Umschreibungen von Intelligenz ein (Rost, 2009). So steht beispielsweise in einem Leitartikel, der 1997 vom who-is-who der internationalen Intelligenzforscher unterzeichnet wurde, die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken (engl.: „reasoning“) an erster Stelle einer verbalen Intelligenzdefinition:

Intelligence is a very general mental capability that, among other things, involves the ability to reason, plan, solve problems, think abstractly, comprehend complex ideas, learn quickly and learn from experience. It is not merely book learning, a narrow academic skill, or test-taking smarts. Rather, it reflects a broader and deeper capability for comprehending our surround-

ings - "catching on", "making sense" of things, or "figuring out" what to do. (Gottfredson, 1997)

Auch in Intelligenztests nimmt das schlussfolgernde Denken eine wichtige Stellung ein. Genauer gesagt handelt es sich um eine spezielle Form des Schlussfolgerns, das für die Psychometrie hauptsächlich von Bedeutung ist, nämlich das induktive Schlussfolgern. Darunter versteht man im Gegensatz zum deduktiven Schlussfolgern den Schluss von Einzelfällen auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten oder – etwas allgemeiner ausgedrückt – das Erkennen von Regelmäßigkeiten. Die Fähigkeit, Aufgaben zu lösen, die induktives Schlussfolgern erfordern, wird dabei in der Regel als Indikator für die fluide Intelligenz betrachtet, die ihrerseits hoch mit der allgemeinen Intelligenz korreliert. Deshalb greifen fast alle Autoren von Intelligenztests auf solche Aufgaben zurück. Einige klassische Intelligenztests, wie beispielsweise der Culture Fair Test von Cattell (z. B. Weiß, 2006), enthalten sogar ausschließlich Aufgaben des induktiven Denkens. In anderen bedeutenden Verfahren wie dem WISC (deutsch als HAWIK-IV von F. Petermann & U. Petermann, 2007) und dem K-ABC (K-ABC II von A. S. Kaufman & N. L. Kaufman, 2004) wurde der Stellenwert des induktiven Denkens in den zuletzt erschienenen Ausgaben gegenüber den Vorgängerversionen erhöht.

Obwohl Aufgaben des induktiven Denkens in Intelligenzverfahren in ganz unterschiedlicher Erscheinung dargeboten werden (vgl. dazu auch A. Lenhard, W. Lenhard & Klauer, im Druck), lässt sich feststellen, dass sich alle diese Aufgaben anhand dreier Parameter einordnen lassen. Diese drei Parameter hat Klauer (1989) in einer einflussreichen Systematik des induktiven Denkens ausführlich beschrieben. Abbildung 1 zeigt den vollständigen Definitionssatz zum induktiven Denken nach Klauer.

Demzufolge besteht der Kernprozess des induktiven Denkens immer im Vergleich. Ge-

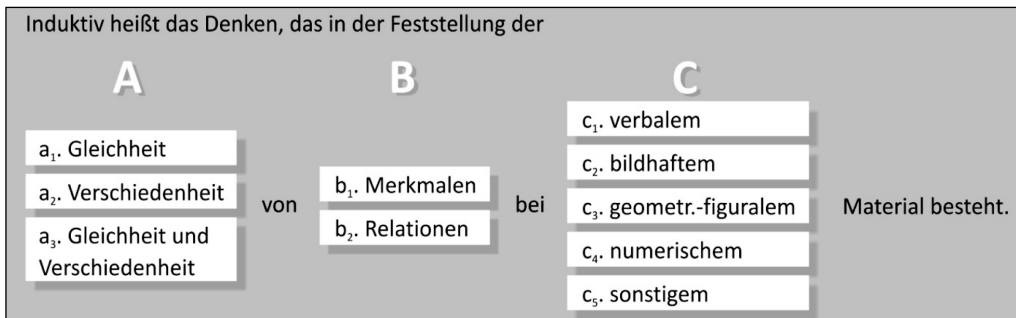


Abb. 1: Definitionssatz zum induktiven Denken nach Klauer.

genstand des Vergleiches können dabei entweder Merkmale von Objekten oder Relationen zwischen Objekten sein. Um Regelmäßigkeiten festzustellen, muss zwischen den Merkmalen oder Relationen Gleichheit oder Verschiedenheit festgestellt werden. Werden mehrere Merkmale oder Relationen parallel miteinander verglichen, so kann auch hinsichtlich einiger der Merkmale oder Relationen Gleichheit, zwischen anderen hingegen Verschiedenheit bestehen. Als weitere Facette des induktiven Denkens kommt hinzu, dass Vergleiche von Merkmalen und Relationen an ganz verschiedenen Materialien durchgeführt werden können. Dass das Erkennen von Regelmäßigkeiten an unterschiedlichem Material tatsächlich unterschiedliche Facetten der kognitiven Leistungsfähigkeit darstellt, wurde in wissenschaftlichen Untersuchungen immer wieder belegt (z.B. Jäger, 1982; Jäger, 1984; Schulze, Beauducel & Brocke, 2005). Die Einteilung der Materialfacette muss dabei nicht zwingend der Definition von Klauer (1989) folgen. In den Faktorenanalysen von Jäger (1982; 1984) ergaben sich für Intelligenzaufgaben nur drei Inhaltsfaktoren, nämlich *figural-bildhaft*, *numerisch* und *verbal*. Die Untersuchung von Schulze et

al. (2005) legt hingegen nahe, dass zwischen abstraktem und konkretem Bildmaterial unterschieden werden sollte. Lässt man also die Materialfacette einmal außer Acht, so ergeben sich 2 (Merkmale vs. Relationen) x 3 (Gleichheit vs. Verschiedenheit vs. Gleichheit und Verschiedenheit), also sechs verschiedene Aufgabenklassen des induktiven Denkens. Tabelle 1 enthält eine Auflistung dieser Aufgabenklassen. Angegeben ist außerdem, in welchen Intelligenztests solche Aufgaben jeweils verwendet werden.

Trainierbarkeit von induktivem Denken

Induktives Denken bzw. fluide Intelligenz¹ stellt also eine maßgebliche Facette der allgemeinen Intelligenz dar, welche wiederum ein wichtiger Prädiktor für verschiedene Leistungen des täglichen Lebens, vor allem aber auch für den Schulerfolg ist. Insofern stellt sich natürlich die Frage, ob man abgesehen von inhaltspezifischen Fördermaßnahmen – also z. B. Mathematik- oder Rechtschreibtrainings – nicht auch fluide Intelligenz trainieren und damit gegebenenfalls sogar den Schul-

¹ Das ursprüngliche Konzept der fluiden Intelligenz nach Cattell (z. B. Cattell, 1963) konzentriert sich zwar nicht explizit auf das induktive Schlussfolgern, in der Psychometrie wird allerdings fluide Intelligenz quasi ausschließlich mit Aufgaben des induktiven Denkens erfasst. Eine Trennung der beiden Konzepte erscheint deshalb nicht sinnvoll (vgl. "jangle fallacy", Lubinski, 2004).

Tab. 1: Kernaufgaben des induktiven Denkens

Aufgabenklasse	Festzustellen ist...	Aufgabenformen	Testverfahren
Generalisierung (GE)	Gleichheit von Merkmalen	Klassen bilden, Klassen ergänzen	IST 2000R, HAWIK IV, KFT, MIT, PSB, BIS
Diskrimination (DI)	Verschiedenheit von Merkmalen	Unpassendes streichen	CFT 20 R, CFT 3, MIT, LPS, KABC-II, BIS
Beziehungserfassung (BE)	Gleichheit von Relationen	Folgen ergänzen, Folgen ordnen, einfache Analogie	CFT 20R mit ZF, CFT 3, IST 2000R, KABC-II, MIT, HAWIK IV, HAWIK III, KABC, KFT, BIS
Beziehungsunterscheidung (BU)	Verschiedenheit von Relationen	Gestörte Folge	LPS
Kreuzklassifikation (KK)	Gleichheit und Verschiedenheit von Merkmalen	Vierfelderschema, Sechsfelderschema	RPM
Systembildung (SB)	Gleichheit und Verschiedenheit von Relationen	Matrix, vollständige Analogie	RPM, CFT 20R, CFT 3, HAWIK IV

erfolg verbessern kann. Schaut man in die Regale der Buchhandlungen und Spielwarenläden, so findet man zumindest etliche Produkte, die in dieser Richtung Erfolg verheißen, darunter auch so außergewöhnliche Titel wie „Klug durch Origami: Förderung der Intelligenz durch asiatische Falte Kunst“ (Joosten, 2007). Der Wirksamkeitsnachweis fehlt allerdings bei fast allen diesen Programmen. Auch viele Fachleute stehen dem Versuch, Intelligenz systematisch zu fördern, eher skeptisch gegenüber (vgl. Rost, 2009, S. 251f).

Trotzdem wurde in jüngerer Zeit wiederholt der Versuch unternommen, die fluide Intelligenz indirekt durch ein Training des Arbeitsgedächtnisses zu steigern (z. B. Jaeggi, Buschkuhl, Janides & Perrig, 2008; Karbach, 2008). Dabei gelang es tatsächlich nicht nur, das Arbeitsgedächtnis zu verbessern, sondern nach den Trainingseinheiten wurden auch höhere Werte bei Tests der fluiden Intelligenz erzielt. Allerdings erfassten die For-

scher jeweils nur Kurzzeiteffekte der Trainingsmaßnahmen. Ob sich die Effekte auch über einen längeren Zeitraum als substantiell erweisen, müsste also erst noch gezeigt werden.

Andere Förderprogramme zielen hingegen direkt auf die fluide Intelligenz ab. So erschien beispielsweise bereits in den 90er Jahren das Programm DenkMit (Sydow & Meincke, 1994). Bei diesem Programm lernen Vorschulkinder anhand von anschaulichem Bildmaterial, Relationen zwischen zwei Objekten auf neue Objektpaare zu übertragen. Es handelt sich dabei also um einfache Analogieaufgaben. In einer eigenen Untersuchung wies Sydow (Sydow & Schmude, 2001) auch 12 Wochen nach Ende der Förderung noch positive Effekte auf die Leistung beim CFT 1 nach. Das Programm ist allerdings nicht mehr auf dem Markt erhältlich.

Wesentlich umfangreicher evaluiert als das DenkMit-Programm wurden die Denk-

trainings nach Klauer (Klauer, 1989, 1991 & 1993; Marx & Klauer, 2009a, 2009b). Die einzelnen Versionen fußen dabei jeweils auf der Definition des induktiven Denkens nach Klauer, wie sie weiter oben vorgestellt wurde. Die ursprünglichen Varianten des Denktrainings (Klauer, 1989, 1991 & 1993), die für Kinder verschiedener Altersstufen konzipiert sind, enthalten jeweils 120 Aufgaben, die sich gleichmäßig auf die sechs verschiedenen Aufgabenklassen nach Klauer verteilen. Kinder üben dabei nicht nur das Lösen der Aufgaben, sondern lernen auch sukzessive, zwischen den einzelnen Aufgabentypen zu differenzieren. Sie eignen sich darüber hinaus allgemeine Vergleichsstrategien an, mit Hilfe derer das Auffinden von Regelmäßigkeiten und damit auch der Transfer auf beliebige Aufgaben des induktiven Denkens erleichtert werden sollen. Etwas freier gestalten sich jeweils die Programme von Marx und Klauer (2009a, 2009b). Hier werden jeweils 60 Aufgaben des induktiven Denkens präsentiert. Die Förderung konzentriert sich stärker auf das Auffinden der Regelmäßigkeiten, weniger auf das Vermitteln allgemeiner Strategien.

Bis 2011 erschienen zu den genannten Varianten der Denkförderung nach Klauer (Klauer, 1989, 1991 & 1993; Marx & Klauer, 2009a, 2009b) insgesamt 97 Experimentalstudien, an denen mehr als 4000 Kinder teilgenommen haben. Die Untersuchungen wurden nicht nur in deutschsprachigen Ländern (Deutschland und Österreich), sondern auch in den Niederlanden und den USA durchgeführt. In einer Metaanalyse von 74 Trainingsexperimenten (Klauer & Phye, 2008) ergab sich dabei in Bezug auf die Verbesserung der Intelligenzleistung eine durchschnittliche gewichtete Effektstärke von $d = .52$. Die Kinder in den Experimentalgruppen verbesserten sich im Laufe des Trainings also etwa um eine halbe Standardabweichung mehr als die Kinder in den Kontrollgruppen. Klauer und Phye konnten in dieser Meta-Analyse außerdem von anderen Forschern geäußerte Zweifel an der nachhaltigen und auch für schuli-

sche Leistungen bedeutsamen Wirkung der Denktrainings ausräumen. So zeigten sie nicht nur, dass ein Training des induktiven Denkens die fluide Intelligenz signifikant verbessert, sondern auch, dass die Effekte nicht durch eine reine Placebo-Wirkung erklärbar sind, dass die Effekte langfristig bestehen bleiben oder sogar mit der Zeit noch leicht ansteigen und dass durch das Training auch die Schulleistung bedeutsam verbessert wird. Tatsächlich lag der Transfer auf schulische Leistungen mit einer durchschnittlichen gewichteten Effektstärke von $d = .69$ sogar signifikant über dem Effekt auf die fluide Intelligenz.

Aufgrund dieser sehr überzeugenden Evaluationen erfuhren die Denktrainings nach Klauer breite Akzeptanz:

Die empirische Evaluation der Trainingsprogramme zeigt, dass das (hoch gesteckte) Ziel einer systematischen Förderung häufig benötigter Denkprozesse erreicht wird. Insbesondere der Lerntransfer und die Dauerhaftigkeit der Trainingseffekte dürften für den Anwender des Denktrainings von großem Interesse sein... [In Bezug auf die genannten Kriterien] ... kann das Denktraining insbesondere hinsichtlich seiner theoretischen Fundierung und der empirischen Evaluation seiner Wirksamkeit als beispielhaft gelten (Souvignier, 2003, S. 148).

Zu Recht gilt im deutschen Sprachraum das von Klauer ... entwickelte Programm ‚Denktraining‘, in seinen unterschiedlichen Versionen für Kinder, Jugendliche und Senioren, als besonders einschlägig. An der potenziellen Wirksamkeit der verschiedenen Varianten des Klauer-Trainings kann es keinen Zweifel geben – kein anderes Denktraining ist auch nur annähernd oft und umfassend evaluiert worden. (Haselhorn & Gold, 2006, S. 385)

Immer wieder wurde versucht, den IQ durch systematische Trainings zu erhöhen – zumeist erfolglos oder ohne langfristige Wirkung ... Bislang liegen lediglich für die Denktrainings von Klauer (z. B. Klauer 1993) Evaluationen ... vor, die einen nicht-trivialen Trainingseffekt ... – direkt im Anschluss an das Training und über einige Monate hinweg – belegen (Rost, 2009, S. 525).

Zu Klauers Denktraining wurden zahlreiche Wirksamkeitsstudien durchgeführt, die teilweise beeindruckende Ergebnisse erzielen konnten ... Als Fazit kann festgehalten werden, dass der theoretische Ansatz des Trainings überzeugend und gut begründet wirkt. Die Wirksamkeit des Denktrainings ist darüber hinaus empirisch hinreichend belegt (Berger & Schneider, 2011, S. 40 f.).

Trotz dieser erstaunlichen Erfolge werden die Denktrainings nach Klauer aktuell eher selten zur Förderung eingesetzt. Ein Grund hierfür mag darin liegen, dass die grafische Gestaltung der Aufgaben nicht mehr ganz zeitgemäß erscheint. Potenzielle Käufer achten vermutlich eher auf Optik und Preis als auf wissenschaftlichen Erfolg. Mit den *Denkspielen mit Elfe und Mathis* haben wir deshalb den Versuch gestartet, die Prinzipien eines

erfolgreichen Trainings des induktiven Denkens nach Klauer in ein aktuelles grafisches Gewand zu kleiden. Das Denktraining I (Klauer, 1989), das für Vor- und Grundschulkinder konzipiert wurde, haben wir hierfür aktualisiert und als Computerprogramm umgesetzt. In einem ersten Schritt wurden zu diesem Zweck die 120 Aufgaben des Trainings grundlegend überarbeitet. So wurden Objekte wie z. B. Schreibmaschinen oder Wählscheibentelefone, die nicht mehr dem Erfahrungsschatz von heutigen Kindern entsprechen, durch aktuelle Gegenstände ausgetauscht (siehe Abbildung 2).

Aufgaben mit mehreren möglichen Lösungen wurden außerdem durch eindeutige Aufgaben ersetzt. Das auf diese Weise überarbeitete Förderprogramm wurde anschließend an zwei Kleingruppen von Vorschulkindern (insgesamt 9 Kinder) getestet. Aufgaben, die sich bei dieser Pilotuntersuchung als ungeeignet erwiesen (z. B. weil Kinder die Gegenstände nicht erkannten, oder weil die Aufgaben zu leicht waren) wurden einer erneuten Revision unterzogen. Aus den 120 Aufgaben der *Denkspele mit Elfe und Mathis* stimmen deshalb nur noch 50 Aufgaben inhaltlich komplett mit Aufgaben aus dem Denktraining I überein und wurden lediglich grafisch neu aufbereitet. Bei weiteren 44 wurden abgesehen von der grafischen Neugestaltung geringe bis mittelstarke inhalt-

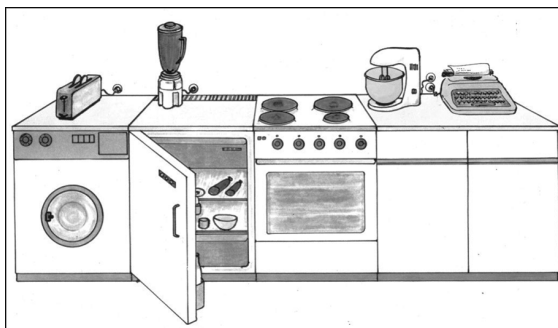


Abb. 2: Aufgabe zur Diskrimination ("Welches passt nicht dazu?") vorher (links) und nachher (rechts). Die Bilder erscheinen in den originalen Trainingsprogrammen in Farbe.

liche Veränderungen vorgenommen. So wurden beispielsweise ein oder mehrere Gegenstände ersetzt oder weggelassen. Bei den verbliebenen 26 Aufgaben wurden die Inhalte komplett ausgetauscht und lediglich Aufgabenklasse und Aufgabenform stimmen mit den Aufgaben des Denktrainings I überein. Im Vergleich mit dem Denktraining I wurde außerdem die Abfolge der Aufgaben stärker an die Schwierigkeit angepasst, die die Kinder beim Lösen der Aufgaben gezeigt hatten.

Zusätzlich zur Überarbeitung der Aufgaben wurde außerdem eine Rahmenhandlung eingefügt, die im Elfenland spielt. Entscheidend ist hierbei, dass die Kinder sich auf die Suche nach einem fiktiven „blauen Diamanten der Weisheit“ machen, der erst gefunden werden kann, wenn alle Aufgaben gelöst wurden. Somit soll eine überspannende Motivation erzeugt werden, auch schwierige Aufgaben zu lösen und bis zum Ende mitzuarbeiten. Zwei Elfenkinder (Elfe und Mathis) begleiten die Kinder dabei und führen durch das Computerspiel. Außerdem gibt der alte und weise Elf Osarion Tipps zum Lösen der Aufgaben.

Der Erfolg von Trainingsprogrammen, die auf der Systematik des induktiven Denkens nach Klauer beruhen, wurde, wie bereits oben ausführlich dargelegt, empirisch vorbildlich nachgewiesen. Es ist also anzunehmen, dass auch die *Denkspiele mit Elfe und Mathis* die fluide Intelligenz sowie die schulischen Leistungen nachhaltig verbessern können. Allerdings wurde das ursprüngliche Denktraining I in nicht unerheblichem Maße verändert. Die im Folgenden vorgestellte Untersuchung wurde deshalb durchgeführt, um sicherzustellen, dass auch die neue computerbasierte Version die fluide Intelligenz in bedeutsamem Maße verändert. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass es sich hier um eine erste Überprüfung handelt, für die nur eingeschränkt Mittel zur Verfügung standen. Wir mussten uns deshalb auf die kurzfristigen Verbesserungen der fluiden Intelligenz konzentrieren. Langzeiteffekte und

Auswirkungen auf schulische Leistungen konnten in dieser Untersuchung hingegen nicht überprüft werden.

Eine weitere Untersuchungsfrage war außerdem die, ob sich das Denktraining I nach Klauer (1989) auch auf sprachgebundene Intelligenzleistungen auswirkt. In der Regel finden sich nur mittelhohe Korrelationen zwischen sprachgebundenen und sprachungebundenen Intelligenzleistungen (z. B. im HAWIK IV). Effekte des Trainings auf sprachliche Intelligenzleistungen sollten also, falls überhaupt vorhanden, wesentlich kleiner ausfallen als solche auf die fluide Intelligenz.

Methode

Stichprobe

An der Untersuchung nahmen drei zweite Klassen aus verschiedenen bayerischen Förderschulen teil. Die zuständigen Behörden, die Eltern und die Kinder gaben vor der Untersuchung das Einverständnis zur Teilnahme. Eines der Kinder verpasste wegen Krankheit allerdings 20% der Förderung, bei drei weiteren Kindern konnte kein Nachtest durchgeführt werden. Diese Kinder wurden deshalb nicht in die weitere Auswertung aufgenommen. In der Stichprobe verblieben 30 Kinder, die zum Zeitpunkt der Vortestung im Mittel 9 Jahre und 1 Monat alt waren. Da die Förderung in Kleingruppen durchgeführt wurde und in jeder Schule nur eine Gruppentutorin zur Verfügung stand, konnten allerdings nur 12 der Kinder an der Förderung teilnehmen, darunter 3 Mädchen und 9 Jungen. Das Durchschnittsalter der Experimentalgruppe betrug 9 Jahre und 0 Monate. Unter den 18 Kindern der Kontrollgruppe waren 4 Mädchen und 14 Jungen mit einem Durchschnittsalter von 9 Jahren und 2 Monaten. Zwischen Experimental- und Kontrollgruppe gab es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Alters und der Geschlechterverteilung.

Ablauf des Trainings

Die Untersuchung nahm insgesamt einen Zeitraum von sechs Wochen in Anspruch und fand zu Beginn des zweiten Schulhalbjahres statt. Zunächst wurden bei allen Kindern die Leistungen in drei verschiedenen Untertests des Hamburg-Wechsler-Intelligenztests für Kinder IV (HAWIK IV, F. Petermann & U. Petermann, 2007) erhoben (für eine genaue Beschreibung siehe Abschnitt *Erhobene Variablen*). Um Vorabunterschiede der Intelligenzleistung zwischen Experimental- und Kontrollgruppe zu verhindern, wurden die Kinder anhand dieser Daten parallelisiert auf Experimental- und Kontrollgruppe verteilt. Hierfür wurden die Rohwerte in den drei Untertests zunächst in HAWIK-Wertpunkte transformiert und addiert. Anschließend wurden in jeder Klasse Zweier- oder Dreiergruppen an Kindern mit etwa gleichen Vortestleistungen gebildet (eine exakte Parallelisierung war aufgrund der geringen Stichprobengröße nicht möglich). Aus jeder Zweier- bzw. Dreiergruppe wurde ein Kind per Zufall der Experimentalgruppe zugewiesen. Wegen der unterschiedlichen Klassengrößen resultierten daraus drei Kleingruppen mit drei, vier bzw. fünf Kindern pro Gruppe. Alle anderen Kinder kamen in die Kontrollgruppe. Es handelt sich also um eine echte experimentelle Herangehensweise. Die Kinder der Experimentalgruppe wurden anschließend für zwei Unterrichtsstunden pro Woche (jeweils 45 min.) in den Kleingruppen mit den *Denkspielen mit Elfe und Mathis* gefördert. Sie arbeiteten dabei zusammen mit einer Tutorin gemeinsam am Computer. Zu Beginn jeder Stunde wurde ein Kind bestimmt, das in dieser Stunde den Computer bedienen durfte. Die Aufgabenlösungen wurden zusammen erarbeitet. Dabei wurde die Methode des Gelenkten Entdeckenlassens (z. B. A. Lenhard, W. Lenhard & Klauer, im Druck) angewandt. Nach erfolgreicher Aufgabenlösung wurden mit den Kindern jeweils mögliche Lösungswege diskutiert und allgemeine

Strategien zum Auffinden von Regeln erarbeitet. Nach 10 bis 12 Förderstunden war das Programm in allen Gruppen einmal komplett durchlaufen.

Die Kinder der Kontrollgruppe erhielten im gleichen Zeitraum Unterricht nach Wochenplan. Bei einem Teil der Kinder wurden dabei Texte gelesen oder behandelte Unterrichtsstoff wurde vertieft. Die restlichen Kinder wurden in den Fächern Religion oder Werken unterrichtet.

Nach dem Förderzeitraum wurden die drei Untertests des HAWIK IV bei allen Kindern erneut durchgeführt.

Erhobene Variablen

Zur Ermittlung der fluiden Intelligenz wurden die beiden Untertests *Bildkonzepte* und *Matrizentest* aus der Skala Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken des HAWIK IV (F. Petermann & U. Petermann, 2007) herangezogen. Beim Untertests *Bildkonzepte* werden den Kindern Abbildungen gezeigt, auf denen zwei bis drei Zeilen mit jeweils zwei bis vier Objekten des Lebensalltags dargestellt sind. Die Kinder müssen aus jeder Zeile ein Objekt auswählen, so dass alle ausgewählten Objekte „zusammenpassen“. Die auszuwählenden Objekte passen dabei jeweils deshalb zusammen, weil sie gemeinsame Merkmale teilen bzw. zu einer gemeinsamen Klasse von Objekten gehören. Gemäß der im Einleitungsteil beschriebenen Definition von Klauer stellt der Untertest *Bildkonzepte* also eine Generalisierungsaufgabe der Aufgabenform *Klassen bilden* dar. Beim *Matrizentest* werden hingegen Aufgaben präsentiert, bei denen Relationen zwischen Objekten erfasst werden müssen. Dabei werden hauptsächlich die Aufgabenformen *Einfache Analogie* (Aufgabenklasse: Beziehungserfassung) und *Matrix* (Aufgabenklasse: Systembildung), zu einem geringen Anteil auch die Aufgabenform *Folgen ergänzen* (Aufgabenklasse: Beziehungserfassung) verwendet. Im

Gegensatz zum Untertest Bildkonzepte und auch zu den Aufgaben aus den *Denkspielen mit Elfe und Mathis* besteht allerdings der Matrizentest hauptsächlich aus abstrakten geometrischen Figuren – nur zu einem geringen Teil aus anschaulichen Alltagsobjekten. Mit den beiden Untertests zusammen wird also die Fähigkeit zum Vergleich von Merkmalen und Relationen und damit die Fähigkeit zum induktiven Denken gemäß Klauer erfasst, die in der Psychometrie im Allgemeinen als Indikator der fluiden Intelligenz verwendet wird. Expressive Sprachleistungen sind in keinem der Untertests notwendig, da die Kinder auch jeweils auf die richtige Antwort deuten können.

Zusätzlich wurde der Untertest *Gemeinsamkeiten finden* aus der Sprachverständnisskala des HAWIK IV erhoben. Bei diesem Untertest werden Kinder mündlich gefragt, was zwei bestimmte Begriffe (z. B. Maler und Dichter) gemeinsam haben. Die Antwort muss ebenfalls verbal erfolgen. Zwar erfasst dieser Test auch Generalisierungsleistungen. Im Gegensatz zum Untertest *Bildkonzepte* steht dabei allerdings die sprachliche Umsetzung im Mittelpunkt. Darüber hinaus sind die gemeinsamen Merkmale, die bei den einzelnen Aufgaben gesucht werden, beim überwiegenden Teil der Aufgaben von sehr abstrakter Natur oder setzen bestimmtes inhaltliches Wissen voraus (z. B. „Was haben Gummi und Papier gemeinsam?“). Der Untertest erfasst also hauptsächlich expressive Sprache und kristalline Intelligenz.

Auswertung

Die Rohwerte aller drei Unterskalen wurden zunächst für alle Schülerinnen und Schüler in HAWIK-Wertpunkte umgerechnet (Normwertskala mit $M = 10$ und $SD = 3$). Von Interesse für die vorliegende Untersuchung war vor allem der nahe Transfer, d. h. es sollte untersucht werden, wie sich die Förderung auf die Fähigkeit auswirkt, andere Aufgaben des

induktiven Denkens zu lösen. Die Ergebnisse der Untertests *Bildkonzepte* und *Matrizentest* wurden deshalb zu einer Skala *Fluide Intelligenz* zusammengefasst, indem die Wertpunkte beider Skalen für jeden Schüler addiert wurden. Um zu überprüfen, ob sich die Förderung auch auf sprachgebundene Intelligenzleistungen auswirkt, wurde das Ergebnis des Untertests *Gemeinsamkeiten finden* als Indikator für das Sprachverständnis herangezogen. Da es sich hierbei um weiten Transfer handelt, musste angenommen werden, dass die Effekte der Förderung zumindest kleiner ausfallen als für die fluide Intelligenz. Die Auswertung wurde deshalb getrennt vorgenommen. Für beide Skalen – also *Fluide Intelligenz* und *Sprachverständnis* – wurden die Nachtestergebnisse von Experimental- und Kontrollgruppe per Varianzanalyse miteinander verglichen. Da Experimental- und Kontrollgruppe vor der Förderung aufgrund der geringen Stichprobengrößen nicht perfekt parallelisiert werden konnten, wurden die jeweiligen Vortestergebnisse als Kovariaten in die Analysen mit aufgenommen. Das statistische Signifikanzniveau betrug $\alpha = .05$.

Ergebnisse

Um zu überprüfen, ob durch die Parallelisierung gleiche Ausgangsbedingungen in Experimental- und Kontrollgruppe vorlagen, wurden zunächst die Vortestleistungen beider Gruppen in der fluiden Intelligenz und im Sprachverständnis per t-Test miteinander verglichen. Es ergaben sich wie erwartet in keiner der Skalen Hinweise auf bedeutsame Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (Induktives Denken: $t[28] = 0.06$, $p = .95$; Sprachverständnis: $t[28] = -0.82$, $p = .42$).

Die für die Ermittlung der Fördereffekte entscheidende Analyse der Nachtestergebnisse ergab in Bezug auf die fluide Intelligenz signifikant bessere Leistungen der Experimental- im Vergleich zur Kontrollgruppe ($F[1, 2] =$

4.67, $p = .04$). Die Experimentalgruppe erzielte im Nachtest im Mittel eine Punktschme von 20.50 ($SD = 3.78$). Dies entspricht einer Verbesserung um 3.8 Punkte vom Vorzum Nachtest. Rechnet man die Ergebnisse der beiden Untertests *Matrizentest* und *Bildkonzepte* unter Berücksichtigung ihrer Interkorrelation in einen IQ-Wert um, so wäre dies eine Steigerung von IQ 90 (Prozentrang 27) vor der Förderung auf IQ 101 (Prozentrang 54) nach der Förderung. Dabei zeigten 8 der 12 Kinder im Nachtest bessere Leistungen in der fluiden Intelligenz als im Vortest. Lediglich bei zweien der 12 Kinder fiel der Nachtest geringfügig schlechter aus als der Vortest (jeweils um 2 Punkte), was allerdings aufgrund der Standardmessfehler der beiden Tests in dieser Altersgruppe (*Matrizentest*: $SE = 1.02$, *Bildkonzepte*: $SE = 1.46$) innerhalb der normalen Messunsicherheit liegt. Weitere zwei Kinder zeigten keine Vor-Nachtest-Unterschiede.

Die Kontrollgruppe lag nach der Förderung nur bei 17.83 Punkten ($SD = 5.71$), was im Vergleich zum Vortest einer Verbesserung von 1.1 Punkten entspricht. In IQ-Werten ausgedrückt ist dies eine Verbesserung von

IQ 91 (Prozentrang 27) auf IQ 94 (Prozentrang 34). Durch die Gruppenzugehörigkeit wurde 14.7% der Gesamtvarianz aufgeklärt. Dies entspricht nach Cohen (1988, S. 281ff) einer Effektstärke von $d = 0.83$. Hierbei kann vor allem für den Bereich schulischer Interventionsstudien von einem großen Effekt gesprochen werden (Hattie, 2009, S. 16ff).

Abbildung 3 zeigt die Vor- und Nachtestergebnisse von Experimental- und Kontrollgruppe in der fluiden Intelligenz.

Die Korrelation zwischen der fluiden Intelligenz im Vortest und der Verbesserung der fluiden Intelligenz während des Förderzeitraumes betrug in der Experimentalgruppe $r = -.72$ ($p < .01$). Kinder mit schlechten Ausgangsleistungen profitierten vom Training also deutlich stärker als Kinder mit guten Ausgangsleistungen (siehe Abbildung 4). Während vor der Förderung noch 7 der 12 Kinder eine Punktleistung von 16 oder niedriger (IQ < 90 bzw. PR < 25) erzielten, war dies nach der Förderung nur noch bei einem Kind der Fall. Bei diesem Kind ist allerdings zu sagen, dass es im Vortest mit 6 Punkten (IQ 59) deutlich im Bereich der Minderbegabung lag. Nach der Fördermaßnahme erbrachte es im-

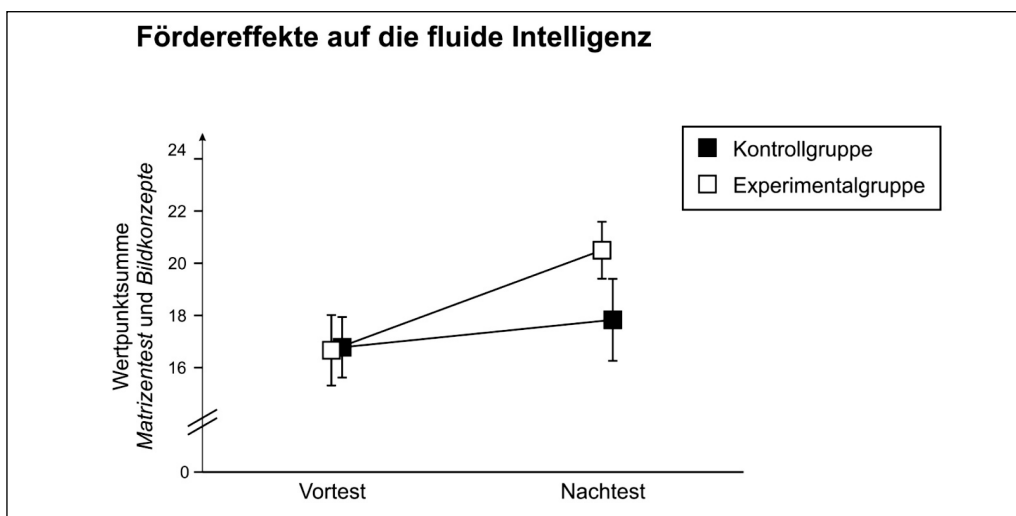


Abb. 3: Mittelwerte und Standardfehler der Skala Fluide Intelligenz (*Matrizentest plus Bildkonzepte* aus dem HAWIK IV) in Vor- und Nachtest

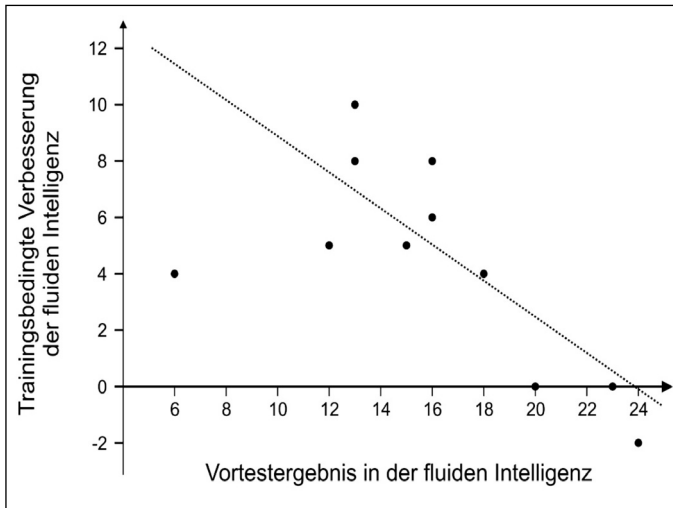


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Vortestleistung in fluiden Intelligenz und deren trainingsbedingter Verbesserung in der Experimentalgruppe

merhin eine Leistung von 10 Punkten (IQ 71).

Für die Kontrollgruppe ergab sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Vortestleistung und der Verbesserung der fluiden Intelligenz im Förderzeitraum ($r = -.08$, $p = .76$). Während vor der Testung 10 der 18 Kinder eine Leistung im unteren Viertel erzielten, waren es nach dem Förderzeitraum immer noch 8 Kinder.

Die quantitative Auswertung der Ergebnisse im Untertest *Gemeinsamkeiten finden* ergab im Gegensatz zur fluiden Intelligenz keine bedeutsamen Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe ($F[1, 27] = 0.00$, $p = .98$). Die Experimentalgruppe erreichte im Nachtest im Mittel 10.08 Wertpunkte ($SD = 2.84$), die Kontrollgruppe kam auf 9.44 Wertpunkte ($SD = 2.23$). Dies entsprach in beiden Gruppen einer Verbesserung um 1.3 Wertpunkte im Vergleich zum Vortest.

Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es zu überprüfen, ob die *Denkspiele mit Elfe und Mathis*, die eine umfassende Überarbei-

tung des Denktrainings für Kinder I (Klauer, 1989) darstellen, in der Lage sind, die fluide Intelligenz – zumindest kurzfristig – zu verbessern. Darüber hinaus wurde untersucht, ob die Förderung auch eine Verbesserung sprachlicher Intelligenzleistungen nach sich zieht.

Hierfür erhielten zwölf Förderschülerinnen und -schüler zwei Mal pro Woche jeweils eine Trainingssitzung mit den *Denkspielen mit Elfe und Mathis*. Die 18 Kinder der Kontrollgruppe wurden in dieser Zeit nach Wochenplan unterrichtet.

Trotz gleicher Ausgangsleistungen zeigten die Kinder der Experimentalgruppe nach der Förderung signifikant höhere Werte in der fluiden Intelligenz. Der Effekt des Gruppenvergleichs betrug dabei $d = .83$. Es zeigte sich außerdem, dass vor allem solche Kinder profitierten, die zu Beginn der Förderung eine schlechte Leistung in der fluiden Intelligenz erbrachten. Während vor der Förderung in beiden Gruppen noch mehr als die Hälfte der Kinder eine Leistung im unteren Viertel aufwiesen, war dies nach der Förderung in der Experimentalgruppe nur noch bei einem einzigen Kind der Fall. In der Kontrollgruppe lagen die Leistungen hingegen nach dem Förderzeitraum immer noch bei über

40% der Kinder nur im unteren Viertel. Das Training scheint also zumindest bei Kindern der hier untersuchten Altersgruppe hauptsächlich kompensatorische Wirkung zu haben. Tatsächlich traten ausbleibende Fördereffekte in der Experimentalgruppe nur bei solchen Kindern auf, die bereits vor der Förderung einen Prozentrang der fluiden Intelligenz von mindestens PR 50 aufwiesen. Auch in den bisherigen Untersuchungen der Denktrainings nach Klauer (vgl. Klauer & Pbye, 2008) profitierten eher leistungsschwache Schüler von der Förderung. So lagen die mittleren Effektstärken im Sonderschulbereich mit $d = 0.94$ über den Effekten an der Regelgrundschule ($d = .63$). Mit durchschnittlich knapp über 9 Jahren befanden sich allerdings die Schüler der hier berichteten Untersuchung eher am oberen Rand des für die *Denkspiele mit Elfe und Mathis* anvisierten Altersbereichs von etwa 5 bis 10 Jahren. Im Bereich der vorschulischen Förderung (Alizadeh, Becker & Esser, 1990) zeigten sich hingegen für das Denktraining für Kinder I (Klauer, 1989) bei hochbegabten Kindern sogar wesentlich höhere Effektstärken ($d = .95$) als für normal begabte Kinder ($d = .27$). Auch in der Pilotstudie, die für die Überarbeitung des Denktrainings für Kinder I an neun 5-jährigen Vorschulkindern durchgeführt wurde, konnten wir beobachten, dass vor allem die leistungsstärkeren Kindergartenkinder mit hoher Motivation und sehr guten Leistungen an der Trainingsmaßnahme teilnahmen. Systematische Untersuchungen der Leistungen vor und nach der Förderung waren hier allerdings aufgrund des Pilotcharakters nicht möglich. In einer groben Zusammenschau der Ergebnisse könnte man deshalb vermutlich den Altersbereich, in dem bei durchschnittlicher Begabung mit optimalen Förderergebnissen zu rechnen ist, bei 6 bis 8 Jahren ansetzen.

In Bezug auf sprachgebundene Intelligenzleistungen erbrachten die Kinder der Experimentalgruppe nach der Förderung keine besseren Leistungen als Kinder der Kontrollgruppe. Dabei muss allerdings beachtet wer-

den, dass bei dem verwendeten Untertest *Gemeinsamkeiten finden* des HAWIK IV (F. Petermann & U. Petermann, 2007) zwar Generalisierungsleistungen – und damit Leistungen des induktiven Denkens – mit erfasst werden. Allerdings war das Ergebnis der untersuchten Schülerinnen und Schüler bei diesem Untertest stark durch mangelnde Sprachkenntnisse dominiert. Ein Grund hierfür ist sicherlich darin zu suchen, dass bei 5 Kindern der Experimentalgruppe ein Migrationshintergrund vorlag. Einigen der Kinder war deshalb ein Teil der im Test verwendeten Begriffe unbekannt (z.B. „Ellbogen“, „Stirnrunzeln“, „Dürre“). Darüber hinaus lassen sich manche Items der Skala *Gemeinsamkeiten finden* nur mittels spezifischem erlerntem Wissen lösen (z. B. „Was haben Gummi und Papier gemeinsam?“ → beides sind Nebenprodukte von Bäumen). Ein Training des induktiven Denkens könnte bei solchen Aufgaben also nur dann wirksam werden, wenn dieses Wissen anderweitig erworben wurde. Ein weiterer Faktor, der dazu beigetragen haben könnte, dass Effekte auf sprachgebundene Intelligenzleistungen nicht beobachtet wurden, ergibt sich daraus, dass die meisten Kinder im verwendeten Untertest bereits vor der Förderung im Normalbereich abschnitten. Wenn die obigen Annahmen stimmen, dass sich im hier untersuchten Altersbereich deutliche Effekte nur dann zeigen, wenn Kinder zuvor unterdurchschnittliche Intelligenzleistungen erbringen, war in diesem Fall nicht mit großen Effekten zu rechnen. Dass sich das Denktraining I nach Klauer (1989) im vorschulischen Bereich sehr wohl auch auf sprachliche Leistungen auswirken kann, zeigten hingegen Marx und Kollegen (Marx 2006; Marx & Keller, 2010). In diesen Untersuchungen generalisierten Effekte des Denktrainings I mittelhoch bis stark auf sprachliche Leistungen. Trainingsbedingte Verbesserungen in den Bereichen Syntax, Morphologie und Semantik waren signifikant höher als in einer untrainierten Kontrollgruppe und genauso hoch wie in einer Gruppe, die gezielte Sprachförderung

erhielt. Die verwendeten Tests waren dabei allerdings keine sprachgebundenen Intelligenztests, sondern reine Sprachtests. Diese Ergebnisse sind umso erstaunlicher, da es sich hierbei um extrem weiten Transfer handelt.

Mögliche Wirkmechanismen

Bereits in der Vergangenheit wurde viel über die möglichen Wirkmechanismen der Denktrainings nach Klauer spekuliert. So wurde beispielsweise angenommen, die Leistungssteigerungen seien eine Folge der sozialen Interaktion zwischen Tutor und Kind und träten gleichermaßen bei unspezifischen Förderprogrammen auf (z. B. Hager & Hasselhorn, 1995; Hager, Hübner & Hasselhorn, 2000). In der Metaanalyse von Klauer und Phye (2008) konnte hingegen gezeigt werden, dass die Wirkung der Denktrainings nach Klauer die Wirkung anderer Trainingsmaßnahmen, die ebenfalls mit sozialer Zuwendung einhergehen, klar übersteigt.

Des Weiteren wurde vermutet, dass es sich um reine Coaching-Effekte handelt, die nur von kurzfristiger Dauer sind (z. B. Hager, Hübner & Hasselhorn, 2000). Auch hier zeigten Klauer und Phye in ihrer Metaanalyse, dass die Wirkungen der Denktrainings langfristig anhalten und deshalb nicht alleine durch kurzfristige Coaching-Effekte erklärt werden können.

Es erscheint uns deshalb angebracht, anstatt über unspezifische Wirkfaktoren über kognitive Wirkfaktoren nachzudenken. Eine naheliegende Erklärung besteht sicherlich darin, dass Kinder sich bewusst anwendbare Vergleichsstrategien aneignen, mit Hilfe derer sie in der Lage sind, beliebige Aufgaben des induktiven Denkens zu lösen. Allerdings stellt sich dann die Frage, wieso sich der Erwerb solcher Strategien auch auf sprachliche (z. B. Marx 2006; Marx & Keller, 2010) oder mathematische (z. B. Sonntag, 2002, 2004) Leistungen positiv auswirkt.

Eine weitere mögliche Erklärung besteht darin, dass durch das induktive Training nicht nur Strategien erworben werden, sondern dass sich hierdurch auch exekutive Funktionen des Arbeitsgedächtnisses verbessern. So kann die Leistung der fluiden Intelligenz, wie bereits weiter oben beschrieben, durch ein Training des Arbeitsgedächtnisses zumindest kurzfristig verbessert werden (Jaeggi, Buschkuhl, Janides & Perrig, 2008; Karbach, 2008). Ein eher indirektes Indiz dafür, dass möglicherweise durch das Denktraining exekutive Funktionen des Arbeitsgedächtnisses verbessert werden, erhält man, wenn man sich die differentiellen Effekte der Wirkung der Förderung auf die beiden verwendeten Testskalen *Bildkonzepte* und *Matrizentest* des HAWIK IV anschaut. Tatsächlich dominieren im *Matrizentest* geometrisch-abstrakte Aufgaben, während es sich im Untertest *Bildkonzepte* – wie auch in den *Denkspielen mit Elfe und Mathis* – durchweg um anschauliche Abbildungen handelt. Ginge man von einem reinen Coaching-Effekt aus, der maßgeblich durch die Ähnlichkeit der Anforderungen erklärt wird, so würde man höhere Effekte für den Untertest *Bildkonzepte* erwarten. Genau das Umgekehrte war allerdings der Fall: Während die Effektstärke für *Bildkonzepte* alleine nur bei $d = 0.38$ lag, ergab sich für den *Matrizentest* alleine $d = 0.78$. Gleichzeitig korreliert der *Matrizentest* mit Leistungen des Arbeitsgedächtnisses durchweg höher als *Bildkonzepte* (wie z. B. aus dem Handbuch des HAWIK IV ersichtlich). Somit könnte also eine Verbesserung der fluiden Intelligenz zumindest zusätzlich zu anderen Wirkmechanismen indirekt über Verbesserungen des Arbeitsgedächtnisses erreicht worden sein. Allerdings handelt es sich hierbei bislang eher um Spekulationen, die durch weitere Untersuchungen erhärtet werden müssten. Aufgrund der geringen Fallzahlen in der vorliegenden Untersuchung sowie der Tatsache, dass keine expliziten Arbeitsgedächtnismaße erhoben wurden, konnte die formulierte Hy-

pothese von uns nicht quantitativ geprüft werden.

Ein weiteres Element, das in der vorliegenden Studie zur Wirksamkeit beigetragen haben könnte, ist das der Motivation. So wurde dem Denktraining mit der Rahmenhandlung, nämlich der Suche nach dem „blauen Diamanten der Weisheit“ ein motivationales Element zugefügt, das es erforderlich macht, die Anstrengung bei der Lösung der Aufgaben bis zum Ende der Fördermaßnahme aufrechtzuerhalten. Bereits in vergangenen Untersuchungen (Fries, Lund & Rheinberg, 1999) konnte gezeigt werden, dass sich die Wirkung des Denktrainings unter optimalen motivationalen Bedingungen noch steigern lässt.

Methodische Limitierungen der Studie

Die vorliegende Untersuchung wurde durchgeführt, um zu überprüfen, ob zumindest die kurzfristigen Effekte der *Denkspiele mit Elfe und Mathis* mit denen vergleichbar sind, die bisher in der Literatur berichtet wurden. Dies ist tatsächlich der Fall. So berichten Klauer und Phye (2008) für das Denktraining 1 von einer mittleren Effektstärke von $d = 0.64$ (95%-Konfidenzintervall: 0.49 – 0.80). Mit $d = 0.83$ für die fluide Intelligenz wurde dies in der vorliegenden Untersuchung also sogar leicht übertroffen. Dennoch lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, ob alle in der Vergangenheit belegten Effekte der Denktrainings nach Klauer auch für die *Denkspiele mit Elfe und Mathis* vorhanden sind. So konnten zum Beispiel im Rahmen dieser Untersuchung keine Follow-up-Daten erhoben und damit keine langfristigen Effekte gezeigt werden. Auch die Anzahl der Untersuchungsteilnehmer war mit insgesamt 30 Kindern relativ niedrig. Einzelne Wirkfaktoren konnten damit nicht sinnvoll isoliert werden.

Eine weitere Limitierung der Untersuchung bestand darin, dass die Leistung in der fluiden Intelligenz bei einzelnen Kindern

trotz des Umstandes, dass die Untersuchung an Förderschulen durchgeführt wurde, bereits im Vortest relativ hoch war. Dabei handelte es sich vor allem um Kinder mit ADHS, die vermutlich aufgrund ihrer Erkrankung trotz normaler sprachlicher und fluider Intelligenzleistung nur unterdurchschnittliche Schulleistungen erbringen konnten. Die verwendeten Aufgaben waren deshalb womöglich für das Leistungsprofil dieser Kinder tendenziell zu leicht.

Ausblick

Mit den *Denkspielen mit Elfe und Mathis* haben wir ein Computerprogramm entwickelt, das auf einem der am besten evaluierten kognitiven Förderprogramme weltweit aufsetzt. Dennoch sind nach über 20 Jahren Forschung und nach annähernd 100 Wirksamkeitsstudien noch nicht alle Fragen geklärt. Vor allem die Frage nach einem möglichen Wirkfaktor des Arbeitsgedächtnisses wurde bislang in der Literatur unseres Wissens noch nicht thematisiert. Wir wollen dies in naher Zukunft nachholen.

Trotz der verbliebenen offenen Fragen glauben wir, mit den *Denkspielen mit Elfe und Mathis* ein Programm geschaffen zu haben, welchem das hohe Förderpotenzial innewohnt, das die bisherigen Denktrainings nach Klauer bereits unter Beweis gestellt haben. Wir hoffen, dass es uns durch die optische und technische Neugestaltung gelungen ist, dieses Potenzial für die Gegenwart und Zukunft zu bewahren.

Literatur

- Alizadeh, Becker & Esser (1990). Erprobung des Denktrainings bei hochbegabten und normal begabten Kindergartenkindern. In K. J. Klauer, Denktraining für Kinder II (S. 61). Göttingen: Hogrefe.

- Barrett, G. V. & Depinet, R. L. (1991). A reconsideration of testing for competence rather than for intelligence. *American Psychologist*, 4, 1012-1024.
- Berger, N. & Schneider, W. (2011). Verhaltensstörungen und Lernschwierigkeiten in der Schule: Möglichkeiten der Prävention und Intervention. Stuttgart: UTB.
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54, 1-22.
- Cohen J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Auflage). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Fraser, B. J., Walberg, H. J., Welch, W. W. & Hattie, J. A. (1987). Synthesis of educational productivity research. *International Journal of Educational Research*, 11, 145-252.
- Fries, S., Lund, B. & Rheinberg, F. (1999). Lässt sich durch gleichzeitige Motivförderung das Training des induktiven Denkens optimieren? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 13, 37-49.
- Gottfredson, L. H. (1997). Mainstream Science on Intelligence: An Editorial With 52 Signatories, History, and Bibliography. *Intelligence*, 24, 13-23.
- Hager, W. & Hasselhorn, M. (1995). Zuwendung als Faktor der Wirksamkeit kognitiver Trainings für Kinder. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 9, 163-179.
- Hager, W., Hübner, S. & Hasselhorn, M. (2000). Zur Bedeutung der sozialen Interaktion bei der Evaluation kognitiver Trainingsprogramme. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 14, 106-115.
- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2006). *Pädagogische Psychologie*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.
- Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 71-176). Göttingen: Hogrefe.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J. & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 105, 6829-6833.
- Jäger, A. O. (1982). Mehrmodale Klassifikation von Intelligenzleistungen. Experimentell kontrollierte Weiterentwicklung eines deskriptiven Intelligenzstrukturmodells. *Diagnostica*, 28, 195-226.
- Jäger, A. O. (1984). Intelligenzstrukturforschung: Konkurrierende Modelle, neue Entwicklungen, Perspektiven. *Psychologische Rundschau*, 35, 21-35.
- Joosten, Y. (2007). *Klug durch Origami: Förderung der Intelligenz durch asiatische Falte Kunst*. Hannover: Humboldt.
- Karbach, J. (2008). *Potential and Limits of Executive Control Training – Age Differences in the Near and Far Transfer of Task-Switching Training*. Dissertation an der Universität des Saarlandes.
- Kaufman, A. S. & Kaufman N. L. (2004). *Kaufman Assessment Battery for Children, Second Edition (KABC-II)*. San Antonio: Pearson Education.
- Klauer, K. J. (1989). *Denktraining für Kinder I*. Göttingen: Hogrefe.
- Klauer, K. J. (1991). *Denktraining für Kinder II*. Göttingen: Hogrefe.
- Klauer, K. J. (1993). *Denktraining für Jugendliche: Ein Programm zur intellektuellen Förderung*. Göttingen: Hogrefe.
- Klauer, K. J. & Phye, G. D. (2008). Inductive reasoning. A training approach. *Review of Educational Research*, 78, 85-123.
- Leeson, P., Ciarrochi, P. L. & Heaven, P. C. L. (2008). Cognitive ability, personality, and academic performance in adolescence. *Personality and Individual Differences*, 45, 630-635.
- Lenhard, A., Lenhard, W. & Klauer, K. J. (im Druck). *Denkspiele mit Elfe und Mathis*. Göttingen: Hogrefe.
- Lubinski, D. (2004). Introduction to the special section on cognitive abilities: 100 years after Spearman's (1904) "'General Intelligence,' objectively determined and measured". *Journal of personality and social psychology*, 86, 96-111.
- Marx, E. (2006). Profitiert das kindliche Sprachsystem von anderen kognitiven Entwicklungsbereichen? Pilotstudie zum Zusammenhang von Spracherwerb und indukti-

- vem Denken. Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 38, 139-145.
- Marx, E. & Keller, K. (2010). Effekte eines induktiven Denktrainings auf die Denk- und Sprachentwicklung bei Vorschulkindern und Erstklässlern in benachteiligten Stadtteilen. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 24, 139-146.
- Marx, E. & Klauer, K. J. (2009a). Keiner ist so schlau wie ich I. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Marx, E. & Klauer, K. J. (2009b). Keiner ist so schlau wie ich II. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Petermann, F. & Petermann, U. (2007). Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder IV (HAWIK IV). Bern: Verlag Hans Huber.
- Rost, D. H. (2009). Intelligenz – Fakten und Mythen. Weinheim: Beltz.
- Schulze, D., Beauducel, A. & Brocke, B. (2005). Semantically meaningful and abstract figural reasoning in the context of fluid and crystallized intelligence. Intelligence, 33, 143-159.
- Sonntag, W. (2002). Fördert ein Training des induktiven Denkens das Lösen mathematischer Textaufgaben? Ergebnisse dreier Trainingsstudien mit lernbehinderten Sonderschülern. Heilpädagogische Forschung, 28, 24-37.
- Sonntag, W. (2004). Der Einfluss des Klauerschen Denktrainings auf mathematisches Denken und Lernen von lernbehinderten Sonderschülern. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 18, 101-111.
- Souvignier, E. (2003). Denktraining für Kinder und Jugendliche: Programme zur intellektuellen Förderung. In H.-P. Langfeldt (Hrsg.), Trainingsprogramme zur schulischen Förderung (S.127-149). Weinheim: Beltz.
- Spinath, F. M., Spinath, B. & Plomin, R. (2008). The nature and nurture of intelligence and motivation in the origins of sex differences in elementary school achievement. European Journal of Personality, 22, 211-229.
- Sydow, H. & Meincke, J. (1994). DenkMit – Das Berliner Programm zur Förderung des Denkens und der Wahrnehmung von drei- bis sechsjährigen Kindern. Kirchdorf: ZAK.
- Sydow, H. & Schmude, C. (2001). Training des analogen Denkens und des Zahlbegriffs im Vorschulalter – Analysen der Wirkung von drei Programmen zum kognitiven Training. In K.J. Klauer (Hrsg.), Handbuch Kognitives Training (S. 129-164). Göttingen: Hogrefe.
- Weiß, R. H. (2006). Grundintelligenztest Skala 2 – Revision (CFT 20-R) mit Wortschatztest und Zahlenfolgentest – Revision (WS/ZF-R). Göttingen: Hogrefe.

Hinweise der Autoren:

Unser Dank gilt Melanie Feldmann, Anja Kater und Lisa Steinberger für die Datenerhebung und Durchführung der Fördermaßnahmen sowie den teilnehmenden Schulen und Kindern für die Bereitschaft, an der Untersuchung mitzuwirken.

Die den Artikel betreffende Korrespondenz sollte an die Autorin gesendet werden.

Anschrift der Autorin:

DR. ALEXANDRA LENHARD
Am Kreuz 14
97337 Dettelbach
alexandra@lenhard.info